

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-147
補助事業名 平成26年度炭酸イオン除去デバイスの開発補助事業
補助事業者名 徳島大学薬学部薬品分析学分野 竹内政樹

1 研究の概要

炭酸イオンは、イオンクロマトグラフィーによる陰イオンの定量を妨害する。本研究では、ナフィオンチューブの水溶媒および炭酸透過能に着目し、液体試料中に含まれる目的陰イオンの濃縮と同時に炭酸イオンの除去が可能な装置の製作・評価を行った。本装置をイオンクロマトグラフの試料導入部に接続することにより、目的陰イオンに対する炭酸イオンの干渉を抑制し、陰イオン分析の分析精度を向上させることに成功した。

2 研究の目的と背景

現在、ミネラル炭酸水に含まれる成分の規格改正が申請されており、炭酸水中イオンの精度の高い分析法が望まれる。しかし、イオンクロマトグラフィーによる炭酸水の分析では、高濃度に存在する炭酸イオンが、目的陰イオンのピークに干渉し、分析精度を低下させる。そこで、液体試料に含まれる炭酸イオンをオンラインで除去可能なデバイスを開発し、本デバイスをイオンクロマトグラフに組みこむことで、炭酸イオンによる妨害を受けてきた陰イオン成分の分析精度の改善を目的として研究を行った。

3 研究内容

炭酸イオン除去デバイスの開発

<http://www.tokushima-u.ac.jp/ph/faculty/labo/pcl/theme8.html>

図1に、製作した炭酸イオン除去デバイスを示す。アルミニウム製の容器に、ナフィオンチューブがサーペンタイン状に収納されている。18本のPEEKチューブは、ナフィオンチューブをサポートする役割を担っており、それぞれにナフィオンチューブが通る穴が開いている。分析試料は左上から流入し、ナフィオンチューブの中を通過し

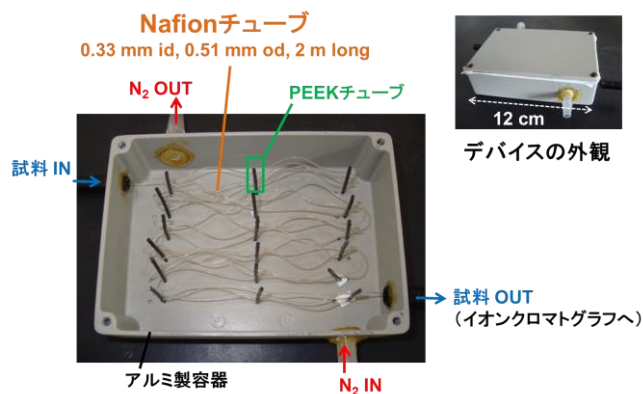


図1 炭酸イオン除去デバイス

た後の流出液はイオンクロマトグラフで分析される。

一方、ナフィオンチューブを透過した水溶媒や炭酸を除去する窒素ガスは、右下から入り、ナフィオンチューブの外側を通過して出て行く。なお、ナフィオンチューブは、メタノール、N, N - ジメチルホルムアミド = 50/50 (v/v) 溶液で5分間煮沸した後、1 M 塩酸で5分間煮沸したものをを用いた。

続いて、製作した炭酸イオン除去デバイスの評価を行った。まず始めに、純水に二酸化炭素を一定量バブリングした炭酸標準試料を用いて、炭酸イオン除去デバイスの稼働条件および性能を検討した。ナフィオンチューブの長さ2m、分析試料の流量0.25mL/min、窒素ガスの流量5L/min、デバイスの温度30°Cで、ほぼ100%の炭酸イオンを除去することができた。

次に、炭酸イオン除去デバイスをミネラル炭酸水に含まれる陰イオン分析に適用した。図2に、ミネラル炭酸水を炭酸イオン除去デバイス (CRD) 未使用時と使用時で測定したクロマトグラムおよび標準試料(塩化物イオン、硫酸イオン、硝酸イオン)のクロマトグラムを示す。炭酸イオン除去デバイスを用いずに分析した場合は、炭酸イオンピーク以降のピークの保持時間が、標準試料を分析したときよりも遅くなった。さらに、これらのピークの保持時間とピーク高さおよびピーク面積は時間の経過とともに大きく変化していくため、炭酸イオンを除去せずに陰イオンを定量することは困難であった。

一方、炭酸イオン除去デバイス使用時には、試料中の炭酸イオンが除去され、陰イオンの保持時間、ピーク高さ、ピーク面積ともに一定の値を保つことができ、ピークの保持時間は標準試料を分析した場合と一致した。また、硬度および炭酸イオン濃度の異なるミネラル炭酸水においても、炭酸イオン除去デバイスを用いることにより、炭酸イオンが容易に除去されミネラル炭酸水中陰イオンの分析精度を向上させることに成功した。

また、炭酸イオン除去デバイスを水道水、河川水および自動車排ガスを捕集した試料に含まれる陰イオンの分析に適用したところ、いずれの試料においても炭酸イオンを効率良く除去することができた。特に、自動車排ガス試料においては、炭酸イオンの除去だけでなく、目的イオンである硫酸イオン濃縮に成功し、炭酸イオンと硫酸イオンの分離度が向上に成功した。

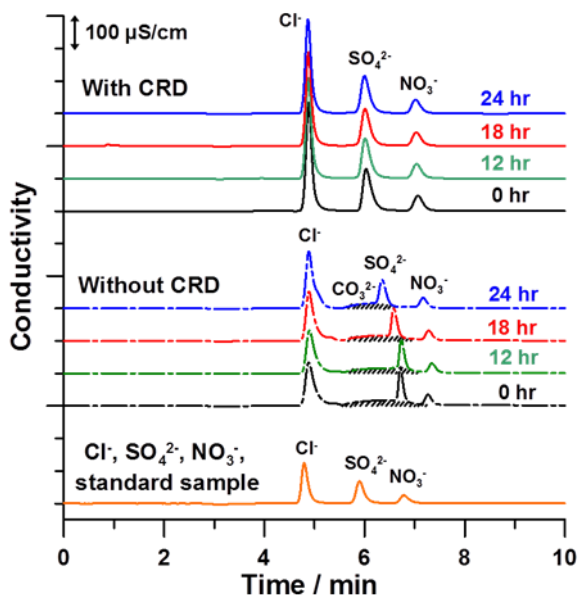


図2 ミネラル炭酸水と標準試料のクロマトグラム (図中の0, 12, 18, 24 hr: ミネラル炭酸水の容器の蓋を開けてからの経過時間)

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

イオンクロマトグラフィーは、水質、大気、土壌等の環境試料に含まれるイオン成分の多成分同時定量法として、最も有用な分離分析法の一つである。

近年の技術開発により、イオンクロマトグラフの検出感度は飛躍的に向上したが、陰イオンの分析において、炭酸イオンによる目的陰イオンの定量妨害が懸念されている。既存の炭酸イオン除去デバイスとして、ダイオネクス社よりポリプロピレンチューブを用いたものが販売されているが、炭酸イオンの除去率は90%程度である。

一方、本研究で製作した炭酸イオン除去デバイスによる炭酸イオンの除去率は、ほぼ100%であり、同時に目的イオンの濃縮も可能である。

従って、本技術のイオンクロマトグラフ関連企業への移転ができれば、新たな炭酸イオン除去デバイスとして使用され、人々を取り巻く環境の分析精度が飛躍的に向上し、より安全で安心な環境を構築・維持するのに大きく貢献できると考える。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

自動化分析法・フロー分析法を基盤とする新規分析原理の開発とそれらの環境分析への応用に関する研究に従事している。また、自ら開発した分析装置を用いて、日本国内だけでなく国外のフィールドにおいても大気環境汚染物質の観測を行い、自然環境を肌で感じながら研究を進めている。今回開発した炭酸イオン除去デバイスは、炭酸イオンを高濃度に含む大気試料の分析にも大変有用であると思われる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【学会発表】

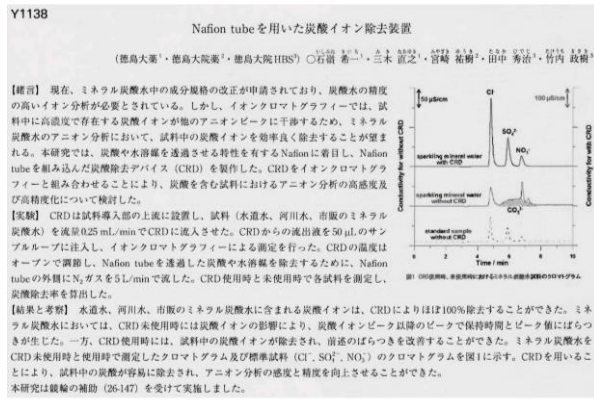
- ① Masaki Takeuchi, Nafion tube-based carbonate removal device for ion chromatography, 19 th International Conference on Flow Injection Analysis and Related Techniques, December 4, 2014, ACROS Fukuoka, Japan,
- ② 竹内政樹、Nafion tubeを用いた炭酸イオン除去装置、日本分析化学会第63年会、2014年9月17、広島大学

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの



401 Nafion tube-based carbonate removal device for ion chromatography

Masaki Takeuchi¹, Kiichi Ishimine², Naoyuki Miki³, Yuki Miyazaki³, Hideji Tanaka³
¹Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima, 1-78-1 Shomachi, Tokushima 770-8505, Japan

²Graduate School of Pharmaceutical Sciences, The University of Tokushima, 1-78-1 Shomachi, Tokushima 770-8505, Japan

³Faculty of Pharmaceutical Sciences, The University of Tokushima, 1-78-1 Shomachi, Tokushima 770-8505, Japan
E-mail: masaki.takeuchi@tokushima-u.ac.jp

Ion chromatography is considered to be the outstanding technique for anion analysis. However, a high level of carbonate contained in the samples interferes in the analytes of interest: the broad tailing of carbonate overlaps the analytes response. In addition, the retention time of the analytes which elute posterior to carbonate varies depending on the level of carbonate. The objective of the present study is to develop a carbonate removal device (CRD) for precise measurement of the anions in carbonate-containing water samples. The CRD consists of a Nafion membrane tube that is housed within a Dicast Aluminum enclosure. There are nitrogen gas inlet/outlet on the enclosure. A water sample flows through the tube; meanwhile, a nitrogen gas flows outside the tube to remove the carbon dioxide that permeates the membrane wall. The CRD successfully removed the carbonate in various water samples (tap water, river water, sparkling mineral water, etc.), and improved the measurement precision of the anions by ion chromatography.

Acknowledgements:

This work was supported by JKA and its promotion funds from KEIRIN RACE.

日本分析化学会第63年会講演要旨

19th ICFIA abstract

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 徳島大学薬学部薬品分析学分野（トクシマダイガク ヤクガクブ ヤクヒンブンセキガクブンヤ）

住所： 〒770-8505

徳島県徳島市庄町1-78-1

申請者： 准教授 竹内政樹（タケウチマサキ）

担当部署： 徳島大学薬学部薬品分析学分野（トクシマダイガク ヤクガクブ ヤクヒンブンセキガクブンヤ）

E-mail： masaki.takeuchi@tokushima-u.ac.jp

URL： <http://www.tokushima-u.ac.jp/ph/faculty/labo/pc1/>